

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-229083

(43)Date of publication of application : 24.08.1999

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/18

C22C 38/22

(21)Application number : 10-052800

(71)Applicant : SANYO SPECIAL STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 17.02.1998

(72)Inventor : TOKOKAGE NORIMASA
HIRAOKA KAZUHIKO

(54) BEARING STEEL EXCELLENT IN MACHINABILITY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bearing steel excellent in machinability in an annealed condition and having tool life, machined surface roughness, and chip treatability equal to or higher than those of the conventional spheroidizing annealed steel.

SOLUTION: The steel has a composition consisting of, by weight, 0.6-1.1% C, 0.1-0.7% Si, 0.2-1.6% Mn, 0.8-1.6% Cr, and the balance Fe with inevitable impurities and also has a structure constituted of a dual phase structure where a lamellar pearlitic phase in an amount of 30 to 60% by area ratio is contained in a ferritic phase containing spheroidal cementite. In terms of tool life, machined surface roughness, and chip treatability, this steel has machinability equal to or higher than that of the conventional spheroidizing annealed material.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3394439

[Date of registration]

31.01.2003

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

REST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-229083

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.⁸

C 2 2 C 38/00
38/18
38/22

識別記号

3 0 1

F I

C 2 2 C 38/00
38/18
38/22

3 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-52800

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月17日

(71) 出願人 000180070

山陽特殊製鋼株式会社

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地

(72) 発明者 常陸 典正

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地

山陽特殊製鋼株式会社内

(72) 発明者 平岡 和彦

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地

山陽特殊製鋼株式会社内

(74) 代理人 弁理士 横井 健至

(54) 【発明の名称】 被削性に優れる軸受用鋼

(57) 【要約】

【課題】 焼きなまし状態での被削性に優れ、かつ、工具寿命、切削表面粗さ、切削処理性において従来の球状化焼きなまし鋼と同等以上である軸受用鋼を提供する。

【解決手段】 重量%で、C: 0.6~1.1%、Si: 0.1~0.7%、Mn: 0.2~1.6%、Cr: 0.8~1.6%を含有し、残部Fe及び不可避不純物からなり、かつ球状化セメンタイトが存在するフェライト相中に面積率で30~60%のラメラパーライト相を含む2相組織で構成されていることを特徴とする被削性に優れる軸受用鋼で、図2の顕微鏡写真に見られるように球状化セメンタイト+ラメラパーライトを示し、その被削性は、工具寿命、切削表面粗さ、切削処理性の点において、従来の球状化焼きなまし材と同等以上の特性を示す。

鋼 種No. 1
熱処理No. 1

5μm



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C：0.6～1.1%、Si：0.1～0.7%、Mn：0.2～1.6%、Cr：0.8～1.6%を含有し、残部Fe及び不可避不純物からなり、かつ球状化セメンタイトが存在するフェライト相中に面積率で30～60%のラメラパーライト相を含む2相組織で構成されていることを特徴とする被削性に優れた軸受用鋼。

【請求項2】 重量%で、C：0.6～1.1%、Si：0.1～0.7%、Mn：0.2～1.6%、Cr：0.8～1.6%を含有し、さらに、Mo：0.15～0.7%を含有し、残部Fe及び不可避不純物からなり、かつ球状化セメンタイトが存在するフェライト相中に面積率で30～60%のラメラパーライト相を含む2相組織で構成されていることを特徴とする被削性に優れた軸受用鋼。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の被削性に優れた軸受用鋼において、焼きなまし硬さを92～97HRBとしたことを特徴とする被削性に優れた軸受用鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は焼きなまし状態での被削性に優れた軸受用鋼に関するものである。

【従来の技術】軸受用鋼の代表的なものとしてJIS G4805のSUJ2が挙げられる。SUJ2を軸受部品、例えば軸受軌道輪に加工する場合、素材の鋼材を熱間又は温間鍛造から製造を始める工程と直接切削から始める工程とが一般的である。この直接切削から始める工程では製鋼メーカーから加工メーカーに納入した素材のミクロ組織や硬さが被削性に大きな影響を与える。例えば、SUJ2は過共析鋼であるため、熱間圧延後の組織はセメンタイト+ラメラパーライト組織となって硬さが非常に硬く、旋盤での切削やドリル加工を行う場合は切削工具の寿命が短く、現実的には切削が不可能である。

【0002】鋼材の被削性を向上させる方法として、まずPb、S、Ca等の快削元素の添加が考えられる。Pbは低融点の金属介在物として存在し、熔融金属脆化作用によって切屑を分断し易くし、さらに、切屑と工具表面との界面で潤滑作用を示すため切削抵抗を低減し工具寿命を延長させる。MnSは応力集中源となって切り欠き効果を示し、やはり切屑処理性や工具寿命を向上させる。また、Caは酸化物或いは硫化物を形成して工具表面を被覆して、工具磨耗の促進を妨げる等の効果がある。しかし、軸受用鋼のように高強度域で使用され、転動疲労寿命が要求される部品中にこれらの快削性物質が存在すると、その部分が欠陥として作用し、部品としての寿命が低下するという問題がある。そこで、SUJ2で代表される軸受用鋼を切削する際は、切削前組織と硬

さを制御する方法によって被削性を向上させる必要がある。したがって、一般的には切削前に球状化焼きなまし処理を行い、セメンタイトを球状化させて、組織をフェライト+球状化セメンタイトとし、硬さを大幅に低下させてから切削加工を施しているのが現状である。

【0003】しかし、この球状化焼きなましは適切な温度で十分な時間を費やす必要があり、経済的とは言えない。また、完全球状化セメンタイトとならずに存在する微細なセメンタイトの集合体はソルビチックパーライトと呼ばれ、切削後の材料表面を粗くしたり、工具寿命低下の原因になることがある。さらに、球状化焼きなましを施したSUJ2は旋盤加工においてチャッキングする際、あるいは軸受軌道輪の内径を冷間で打ち抜き加工する場合など、硬さが低いために変形するという問題がある。さらに、素材硬さが低いために取り扱い疵が付きやすいという問題もある。

【0004】組織によって被削性を向上させる方法として、特開平7-54100号および特開平9-87801号がある。これらは、軟質のフェライトと硬質のベイナイト組織を共存させることにより被削性の改善を図っている。しかし、SUJ2のような軸受用鋼の場合、このような組織を作ること自体が困難であり、また、Cの重量%レベルが大幅に異なるため同様な被削性改善効果が得られるとは限らない。

【0005】そこで、軸受用鋼の熱処理を最適化することにより、熱処理コストを低減し、適度な硬さでありながら従来の球状化焼きなましと同等以上の被削性を持った軸受用鋼の開発が望まれる。もちろん、最終的には焼入焼戻し処理によって軸受特性として重要な転動疲労寿命を得られることが前提となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】熱処理コスト低減のためにSUJ2の球状化焼きなましの時間短縮を行うと先に述べたようなソルビチックパーライトが出現し、切削表面粗さや工具寿命等の被削性が劣化する。

【0007】また、SUJ2の場合、球状化セメンタイト粒径は大きくその数は少ないほど硬さは低下し、被削性が向上すると言われている。したがって被削性を劣化させずに適度な硬さを得るにはフェライト+球状化セメンタイト以外の組織を利用する必要がある。

【0008】本発明の目的は、組織および硬さを適正化することにより上記の従来の問題を解決し、被削性に優れた軸受用鋼を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の上記の問題を解決する手段は、以下の通りである。請求項1の発明では、重量%で、C：0.6～1.1%、Si：0.1～0.7%、Mn：0.2～1.6%を含有し、残部Fe及び不可避不純物からなり、かつ球状化セメンタイトが存在するフェライト相中に面積率で30～60%のラ

メラパーライト相を含む2相組織で構成されていることを特徴とする被削性に優れる軸受用鋼である。

【0010】請求項2の発明では、重量％で、C：0.6～1.1％、Si：0.1～0.7％、Mn：0.2～1.6％、Cr：0.8～1.6％を含有し、さらに、Mo：0.15～0.7％を含有し、残部Fe及び不可避不純物からなり、かつ球状化セメンタイトが存在するフェライト相中に面積率で30～60％のメラパーライト相を含む2相組織で構成されていることを特徴とする被削性に優れる軸受用鋼である。

【0011】請求項3の発明では、焼きなまし硬さを92～97HRBとする請求項1または請求項2の手段における被削性に優れる軸受用鋼である。

【0012】本発明者らは、軸受用鋼の焼きなまし組織および硬さを種々変化させて、各種被削性をテストした結果、SUJ2を代表とする軸受用鋼において、切削材料の組織を球状化セメンタイトが存在するフェライト相中に面積率で30～60％（以下、％は重量％を表す。）のメラパーライト相を存在させた2相組織とした場合に、従来のフェライト+球状化セメンタイト組織と同等以上の工具寿命や切削表面粗さを示し、また、良好な切屑処理性を示すことを明らかにした。また、この組織を得るための焼きなまし時間は従来の球状化焼きなまし時間よりも短く、また、硬さも従来のフェライト+球状化セメンタイト組織よりも硬いため、旋盤でのチャッキングや冷間打ち抜き時に変形の問題、および取り扱い疵問題が起り難い。

【0013】以下に本発明における合金成分の添加理由および組成範囲限定理由を示す。Cは、焼入硬さが軸受用材料として必要な60HRC以上を保つためにはC量が0.6％以上必要である。一方、1.1％を超えると熱間圧延後の冷却過程で初析セメンタイトの粗大析出を防止することが困難であるため、Cは0.6～1.1％の範囲に限定した。

【0014】Siは、鋼の脱酸に有効な元素であり、また、転動疲労寿命向上のためにも非常に有効な元素であるが、Siが0.1％未満では上記の効果が発揮できず、0.7％を超えるとマトリックス硬さを増大させ被削性を劣化させる。よってSiは0.1～0.7％とした。

【0015】Mnは、脱酸・脱硫剤として利用される。また、焼入性を高める効果が大きく、転動疲労寿命を向上させる上で非常に有効な元素である。それらの効果を有効に発揮させるには0.2％以上含有させなければならない。しかし、1.6％を超えて添加すると、メラパーライト面積率が増加し、被削性に悪影響を及ぼすため、Mnは0.2～1.6％とした。

【0016】Crは、焼入性を向上させるだけでなく、セメンタイトの球状化を向上させる元素であり本発明鋼の組織を作るためには必要不可欠な元素である。その効

果を活かすためには0.8％以上が必要である。またCrはフェライト強化の効果はほとんどなく、増やしても有害ではないが経済性を考慮し上限を1.6％とした。よってCrは0.8～1.6％とする。

【0017】Moは、焼入性を向上させるため、必要な場合に添加するが、その効果を有効に発揮させるには、0.15％以上含有させなければならない。また、0.7％を超えて添加しても経済的に不利となるばかりでなく、被削性も劣化させるため、Moは0.15～0.7％の範囲に限定した。

【0018】次に、本発明における焼きなまし硬さ及び焼きなまし組織限定理由を示す。本発明では、球状化セメンタイトを含んだフェライト相中にメラパーライト相を面積率で30～60％存在させることが重要なポイントとなる。このような2相組織とした場合には、従来のフェライト+球状化セメンタイト組織の材料と比較して、材料の硬さは増大するにもかかわらず、工具寿命や切削表面粗さ、そして、切削処理性等の被削性が同等以上となる。従来の球状化焼きなまし組織は、硬質のセメンタイト面積率を球状化によって減少させ、軸受用鋼の硬さ低減のみによって被削性の向上を狙ったものである。それに対して本発明鋼は被削性を向上させるためにセメンタイトを積極的に利用している。つまり、セメンタイトを球状化セメンタイトと適度な割合で存在するメラパーライトの2種類とすることで、メラパーライトに、切削時のせん断域における応力集中源の役割をもたせている。これは、球状化セメンタイトを含むフェライト相と比較してメラパーライト相の方が硬いからであり、この場合、変形部分が球状化セメンタイトを含むフェライト相に集中するため、ボイドやクラックの発生および亀裂の伝播が球状化セメンタイトを含むフェライト相とメラパーライト相との界面で起り易く、結果的に材料が脆化し被削性の向上に結びつくためと考えられる。この効果はメラパーライト面積率が30％未満の場合には効果が小さく、60％を超えて存在すると被削性が劣化する。したがって、球状化セメンタイトを含むフェライト相中のメラパーライト相の面積率は30～60％の範囲に限定した。

【0019】また、硬さを92～97HRBとしたのは上述した2相組織とした場合の材料硬さがこの範囲になること、また、旋盤でのチャッキングや軸受軌道輪内径の冷間打ち抜き工程での変形を防ぐため、また、取り扱い疵を従来の球状化焼きなまし材と比較して軽減するためには92HRB以上の硬さが必要であり、硬さが97HRBを超えると被削性が劣化するためである。

【0020】

【発明の実施の形態】(1)本発明の第1の発明を実施するには、重量比でC：0.6～1.1％、Si：0.1～0.7％、Mn：0.2～1.6％、Cr：0.8～1.6％を含有する軸受用鋼を電気炉で溶製し、連続

鑄造後分塊圧延、熱間圧延を行い、焼きなましとして最高温度760℃までの昇温時間6hr、760℃で1hr保持、760℃から700℃まで徐冷時間7時間の合計14hrの熱処理を行う。このようにして得られた材料の被削性は工具寿命、切削表面粗さ、切屑処理性において、従来の球状化焼きなまし材と同等以上の特性を示す。

【0021】(2) 本発明の第2の発明を実施するには、重量比でC:0.6~1.1%、Si:0.1~0.7%、Mn:0.2~1.6%、Cr:0.8~1.6%、Mo:0.15~0.7%を含有する軸受用鋼を電気炉で溶製し、連続鑄造後分塊圧延、熱間圧延を行い、焼きなましとして最高温度760℃までの昇温時間6hr、760℃で1hr保持、760℃から700℃まで徐冷時間7時間の合計14hrの熱処理を行う。このようにして得られた材料の被削性は工具寿命、切削表面粗さ、切屑処理性において、従来の球状化焼きな

し材と同等以上の特性を示す。

【0022】(3) 本発明の第3の発明を実施するには、重量比でC:0.6~1.1%、Si:0.1~0.7%、Mn:0.2~1.6%、Cr:0.8~1.6%、そして必要によってはMo:0.15~0.7%を含有する軸受用鋼を電気炉で溶製し、連続鑄造後、分塊圧延、熱間圧延を行い、焼きなましとして最高温度760℃までの昇温時間6hr、760℃で1hr保持、760℃から700℃まで徐冷時間7時間の合計14hrの熱処理を行う。このようにして得られた材料の硬さは92~97HRBであり、被削性は工具寿命、切削表面粗さ、切屑処理性において、従来の球状化焼きなましと同等以上の特性を示す。

【0023】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0024】

【表1】

(重量%)

| 鋼種 No. | 区 分 | C | Si | Mn | Cr | Mo |
|--------|--------|------|------|------|------|------|
| 1 | 請求項1成分 | 0.97 | 0.26 | 0.41 | 1.40 | — |
| 2 | 請求項1成分 | 0.99 | 0.54 | 1.04 | 1.07 | — |
| 3 | 請求項2成分 | 1.01 | 0.25 | 0.45 | 1.38 | 0.18 |

表1に示す成分を含有し、残りFeと不可避不純物からなる鋼を電気炉で溶製し、連続鑄造後、分塊圧延、熱間圧延を行いφ65mmの棒材とした。この棒材に図1に示す(a)熱処理No.1、(b)熱処理No.2、(c)熱処理No.3、(d)熱処理No.4の4種類のパターンの熱処理を施した。それらについて、各種被削性試験(超硬工具旋削切屑処理性、超硬工具旋削工具寿命、超硬工具旋削表面粗さ、旋削ハイス工具寿命、ハイスドリル穿孔工具寿命)を行った。また、一部の材料についてはスラスト型転動疲労寿命試験(Pmax 540

kg/mm)を行った。

【0025】焼きなまし後のマイクロ組織と硬さ測定結果を表2に、被削性試験条件を表3に、試験結果を表4に示す。図2は鋼種No.1を熱処理パターン1で処理した鋼のマイクロ写真で球状化セメントイト+ラメラパーライトを示し、図3は鋼種No.1を熱処理パターン2で処理した鋼のマイクロ組織写真で球状化セメントイトを示している。

【0026】

【表2】

| 鋼種 No. | 熱処理 No. | 区 分 | 組 織* | ラメラパーライト面積率 (%) | 硬さ (HRB) |
|--------|---------|------|---------------------------|-----------------|----------|
| 1 | 1 | 本発明鋼 | 球状化セメントイト+ラメラパーライト | 45 | 94.2 |
| | 2 | 比較鋼 | 球状化セメントイト | 0 | 90.6 |
| | 3 | 比較鋼 | 球状化セメントイト+ソルビチックパーライト | 0 | 91.5 |
| | 4 | 比較鋼 | 初析セメントイト+ラメラパーライト | 97 | 105.3 |
| 2 | 1 | 本発明鋼 | 球状化セメントイト+ラメラパーライト | 55 | 97.8 |
| | 2 | 比較鋼 | 球状化セメントイト+ラメラパーライト | 12 | 94.6 |
| | 3 | 比較鋼 | 球状化セメントイト+ソルビチック+ラメラパーライト | 14 | 96.4 |
| | 4 | 比較鋼 | 初析セメントイト+ラメラパーライト | 98 | 107.7 |
| 3 | 1 | 本発明鋼 | 球状化セメントイト+ラメラパーライト | 39 | 95.0 |
| | 2 | 比較鋼 | 球状化セメントイト | 0 | 91.8 |
| | 3 | 比較鋼 | 球状化セメントイト+ソルビチックパーライト | 0 | 92.7 |
| | 4 | 比較鋼 | 初析セメントイト+ラメラパーライト | 98 | 104.6 |

* 球状化セメントイトは球状化セメントイト+フェライト組織を示す。

また、ソルビチックパーライトは微細球状セメントイトを示す。

【0027】

【表3】

| | 超硬工具旋削試験 | ハイス工具旋削試験 | ドリル寿命試験 |
|------|--|-------------------|------------|
| 工具材質 | P20 | SKH4A | SKH51 |
| 工具形状 | -5,-6,5,6,15,15,0.8 | 6,6,5,5,15,15,0.4 | φ8mm |
| 切削速度 | 200m/min | 50m/min | 30m/min |
| 送り | 0.25mm/rev | 0.2mm/rev | 0.15mm/rev |
| 切込み | 0.5mm | 1.0mm | — |
| 切削油 | 乾式 | 乾式 | 乾式 |
| 評価方法 | 切屑処理性指数=切屑個数/切屑重量(g) (リボン状切屑の切屑処理性指数=1) | 磨損 | 異常音発生 |

【表4】

| 鋼種 | 熱処理 | 被削性試験 | | | | | 回転疲労寿命 | |
|----|-----|-------------|--------------|----------------|-------------|---------------|--------|--------------|
| | | No. | 超硬工具旋削 | | | ハイス工具旋削 | | ハイスドリル穿孔 |
| | | | 工具摩耗 (mm) | 表面粗さ (Rmax) | 切屑処理性 指数 | 工具寿命 (sec) | | 工具寿命 (穴数) |
| 1 | 1 | 0.31 | 15 | 5 | 503 | 58 | 7.50 | |
| | 2 | 0.32 | 14 | 1 | 480 | 55 | 7.47 | |
| | 3 | 0.58 | 27 | 1 | 227 | 29 | 4.71 | |
| | 4 | 115secで切削不能 | 11 | 1 | 16 | 6 | 3.18 | |
| 2 | 1 | 0.45 | 14 | 6 | 394 | 47 | - | |
| | 2 | 0.51 | 18 | 1 | 358 | 46 | - | |
| | 3 | 0.64 | 22 | 1 | 178 | 12 | - | |
| | 4 | 40secで切削不能 | 10 | 1 | 10 | 4 | - | |
| 3 | 1 | 0.34 | 13 | 6 | 472 | 52 | - | |
| | 2 | 0.39 | 14 | 1 | 458 | 50 | - | |
| | 3 | 0.66 | 21 | 1 | 193 | 23 | - | |
| | 4 | 80secで切削不能 | 11 | 1 | 14 | 6 | - | |

【0028】

【発明の効果】以上に説明したとおり、本発明の鋼は、球状化炭化物が分散しているフェライト相とラメラパーライト相の2相組織とするので、熱処理時間の短縮とコスト削減を図れる一方、硬さは従来の球状化組織よりも上昇するが、ラメラパーライトが応力集中源となって切削時のせん断部分がフェライトに集中するので、せん断変形および切屑生成時の亀裂の発生および伝播が従来の球状化組織よりも容易となり、この結果、焼きな

し状態での被削性に優れ、工具寿命、切削表面粗さ、切屑処理性において従来の球状化焼きなましと同等以上の特性を示す軸受用鋼となっている。

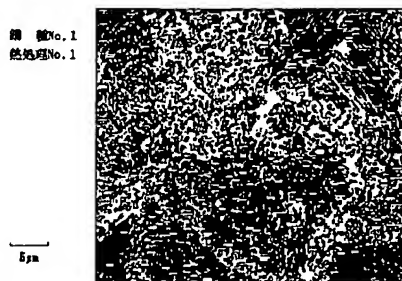
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明および比較例の熱処理パターンを示す図である。

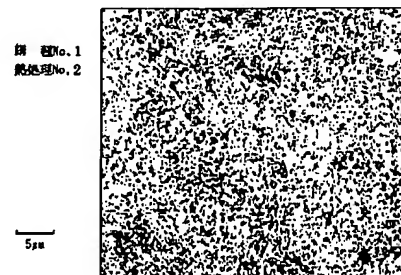
【図2】本発明の鋼の顕微鏡写真である。

【図3】比較鋼の鋼の顕微鏡写真である。

【図2】



【図3】



(6)

特開平11-229083

【図1】

